

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

a

(11)Publication number : 07-253496

(43)Dat of publication of application : 03.10.1995

(51)Int.Cl.

G21F 9/28  
G21F 9/28

(21)Application number : 06-042560

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

(22)Date of filing : 14.03.1994

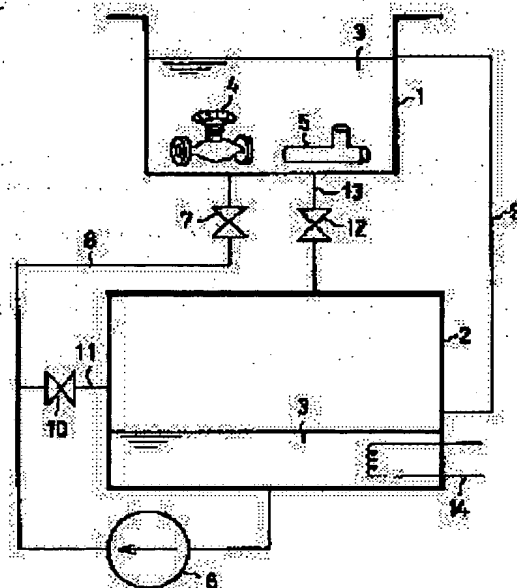
(72)Inventor : TODA MASAMI  
HOSAKA KATSUMI  
HIOKI HIDEAKI  
KURIBAYASHI NOBUHIDE

## (54) METHOD AND DEVICE FOR DECONTAMINATING RADIOACTIVE METALLIC WASTE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To remove radioactivity from radioactive metallic wastes or reduce the radioactive levels of the wastes by preventing the dissolving speed of the internal surfaces of the wastes from becoming slower.

**CONSTITUTION:** Radioactive metallic wastes composed of a valve 4 and pipe 5 are put in a decontaminating tank 1 together with a decontaminating solution 3. Then the storage tank 2 of the solution 3 is connected to the bottom section of the tank 1 through a drain valve 12 and drain line 13 and the bottom section of the tank 1 is connected to the bottom section of the tank 2 with a supply line 8 through a pump and supply valve 7. In addition, the side face of the tank 1 is connected to the side face of the tank 2 through an overflow line 9. Such operations that bring the decontaminating solution 3 into contact with the metallic wastes composed of the valve 4 and 5 and separate the solution 3 from the wastes are repeated at prescribed time intervals.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 7 - 253496

(43) 公開日 平成 7 年 (1995) 10 月 3 日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 2 1 F 9/28

識別記号

5 2 5 E

5 6 1 A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平 6 - 42560

(22) 出願日

平成 6 年 (1994) 3 月 14 日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町 72 番地

(72) 発明者 遠田 正見

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 保坂 克美

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 日置 秀明

神奈川県川崎市幸区小向東芝町 1 番地 株

式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 弁理士 猪股 祥晃

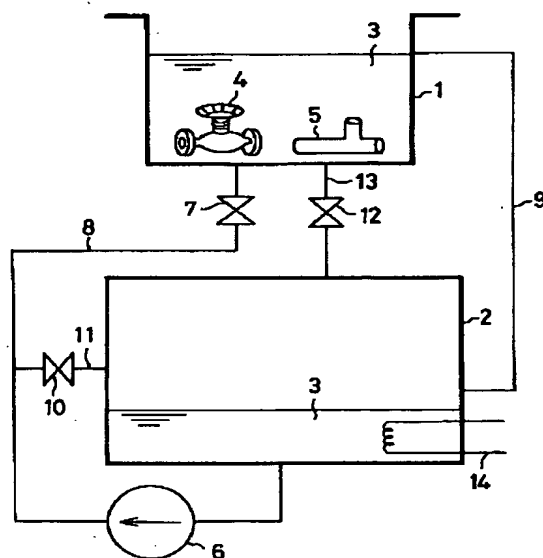
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放射性金属廃棄物の除染方法およびその装置

(57) 【要約】

【目的】 放射性金属廃棄物内面の溶解速度の低下を防止して短時間で放射能を除去または放射能レベルを低減させる。

【構成】 除染槽 1 内にバルブ 4 および配管 5 の放射性金属廃棄物と除染液 3 を収納する。除染槽 2 の底部にドレンバルブ 12 およびドレンライン 13 を介して除染液 3 の貯留槽 2 を接続する。また、除染液 1 の底部と貯留槽 2 の底部とをポンプ 6、供給バルブ 7 を介して供給ライン 8 で接続する。除染槽 1 の側面と貯留槽 2 の側面とをオーバーフローライン 9 で接続する。バルブ 4 および配管 5 の放射性金属廃棄物に対して除染液 3 の接触と、この除染液 3 を分離する操作を所定時間毎に繰り返す。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原子力施設で使用され、放射性物質で汚染された金属廃棄物を化学除染液で除染する方法において、前記金属廃棄物に前記除染液を接触させる固液接触操作と、この接触した前記除染液と前記金属廃棄物とを分離する固液分離操作とを所定時間毎に繰り返すことを特徴とする放射性金属廃棄物の除染方法。

【請求項 2】 前記金属廃棄物と前記除染液との固液接触操作時に超音波を照射し、前記金属廃棄物と除染液との固液分離操作時に超音波の照射を停止する運転を所定時間毎に繰り返すことを特徴とする請求項 1 記載の放射性金属廃棄物の除染方法。

【請求項 3】 金属廃棄物を除染するための除染槽と、化学除染液を貯留するための貯留槽と、この貯留槽から前記除染槽に前記除染液を供給するためのポンプおよび除染液供給ラインと、前記除染槽から前記貯留槽に前記除染液を戻すオーバーフローラインと、前記貯留槽のみで前記除染液を循環する循環ラインとからなることを特徴とする放射性金属廃棄物の除染装置。

【請求項 4】 金属廃棄物を除染するための除染槽と、化学除染液を貯留するための貯留槽と、この貯留槽から前記除染槽に前記除染液を供給するためのポンプおよび除染液供給ラインと、前記除染槽から前記貯留槽に前記除染液を戻すオーバーフローラインと、前記貯留槽のみで前記除染液を循環する循環ラインとを具備し、前記ポンプを起動して前記除染液を除染液供給ラインとオーバーフローラインを経由して前記貯留槽と前記除染槽とに循環し、次にポンプの起動を停止して前記除染槽内の前記除染液を前記貯留槽に戻す運転を所定時間毎に繰り返すことを特徴とする放射性金属廃棄物の除染方法。

【請求項 5】 前記ポンプを起動して前記除染液を除染液供給ラインとオーバーフローラインを経由して前記貯留槽と前記除染槽とに循環し、次に循環ラインを切り替えて前記貯留槽のみで前記除染液を循環し、前記除染槽内の前記除染液を前記貯留槽に戻す運転を所定時間毎に繰り返すことを特徴とする請求項 4 記載の放射性金属廃棄物の除染方法。

【請求項 6】 金属廃棄物を除染するための除染槽と、化学除染液を貯留するための貯留槽と、前記貯留槽にガスを供給するためのガス供給装置およびガス供給ラインと、前記貯留槽から前記除染槽に前記除染液を供給するための除染液供給ラインとで構成することを特徴とする放射性金属廃棄物の除染装置。

【請求項 7】 金属廃棄物を除染するための除染槽と、化学除染液を貯留するための貯留槽と、前記貯留槽にガスを供給するためのガス供給装置およびガス供給ラインと、前記貯留槽から除染槽に前記除染液を供給するための除染液供給ラインとを具備し、前記ガス供給装置から前記貯留槽にガスを供給して前記除染液を前記除染槽に満たし、次にガスの供給を供給を停止して前記貯留槽に

前記除染液を戻す運転を所定時間毎に繰り返し、前記ガスは空気または窒素 ( $N_2$ )、あるいはアルゴン (Ar) およびヘリウム (He) 等の不活性ガスであることを特徴とする放射性金属廃棄物の除染方法。

50 【請求項 8】 金属廃棄物を除染するための除染槽と、この除染槽内の化学除染液中に浸漬され前記金属廃棄物を収納し前記除染液を通流する多数の孔を有する収納容器と、この収納容器に上下、左右、回転等の動作を付与する駆動機構とで構成することを特徴とする放射性金属廃棄物の除染装置。

【請求項 9】 金属廃棄物を除染するための除染槽と、この除染槽内の化学除染液中に浸漬され前記金属廃棄物を収納し前記除染液を通流する多数の孔を有する収納容器と、この収納容器に上下、左右、回転等の動作を付与する駆動機構とを具備し、前記駆動機構に前記収納容器を吊り下げて前記除染液中に浸漬し、次に前記収納容器を前記駆動機構により上下、左右または回転動作を所定時間毎付与することを特徴とする放射性金属廃棄物の除染方法。

20 【請求項 10】 金属廃棄物を除染するための除染槽と、化学除染液を貯留するための貯留槽と、この貯留槽から前記除染槽に前記除染液を供給するためのポンプおよび除染液供給ラインと、前記除染槽から前記貯留槽に前記除染液を戻すオーバーフローラインと、前記貯留槽のみで前記除染液を循環する循環ラインと、前記除染液を脱気する脱気装置と、前記除染槽内に設置したビニリデンフルオライド樹脂 (PVDF) をライニングした超音波振動子とを具備し、前記超音波振動子は前記除染槽内の直角 2 面の壁と底部に設置されていることを特徴とする放射性金属廃棄物の除染装置。

25 【請求項 11】 前記除染槽を仕切板により振動子収納槽と処理槽に分離して、前記振動子収納槽には超音波振動子を設置し、前記処理槽に金属廃棄物を収納したことを特徴とする請求項 10 記載の放射性金属廃棄物の除染装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、原子力施設の運転、定期検査時および廃止措置時に発生する放射性金属廃棄物の除染方法およびその装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 原子力施設の運転、定期検査時および廃止措置時に発生する放射性金属廃棄物を除染する方法としては、例えば特開昭 63-188799 号公報、特開平 1-311300 号公報および特開平 2-22597 号公報に開示されているように、酸性除染液を用いた化学除染方法が国内外で開発され実用化されている。

【0003】 すなわち、金属廃棄物の表面に付着している放射性物質を溶解または剥離除去して放射性金属廃棄物を除去する方法において、放射性金属廃棄物を第 1 液

として濃度 5 重量%以上の硫酸溶液中に温度 60℃以上の条件下に浸漬した後、次に第 2 液として硫酸に酸化性の金属塩を添加した水溶液中に浸漬するものである。

【0004】また、金属廃棄物の一部と犠牲アノードを短絡させるか、さらに電圧を一定時間印加し、停止する操作サイクルを繰り返すことによって電解還元を行う除染方法も知られている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これらの除染方法は例えば、直管、曲管またはバルブ等の金属廃棄物を除染槽内で除染した場合は、金属廃棄物内面の除染液は、外面（沖合い）の除染液と置換され難いため内面の金属母材の溶解に伴って濃度が低下して、金属母材の溶解速度は減少する。

【0006】金属廃棄物の放射能を除去するための除染時間は溶解速度に依存するため、板状の金属廃棄物と比較して放射能を除去または放射能レベルを低下させるまでに長時間を要する問題点があった。

【0007】この問題点を解決するために直管、曲管またはバルブ等の金属廃棄物の内面に除染液を強制的に供給して除染する方法があるが、除染液を供給するためのノズルの口径を金属廃棄物の形状に合わせたものを用いる必要があるため、除染装置が複雑になり、また大量の金属廃棄物を除染できない課題がある。

【0008】本発明は、このような課題を解決するためになされたもので、金属廃棄物内面の溶解速度の低下を防止して短時間に金属廃棄物の放射能を除去または放射能レベルを低減する放射性金属廃棄物の除染方法およびその装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の放射性金属廃棄物の除染方法および装置は、原子力施設で使用され、放射性物質で汚染された金属廃棄物を化学除染する方法において、前記金属廃棄物に前記除染液を接触させる固液接触操作と、この接触した前記除染液と前記金属廃棄物とを分離する固液分離操作とを所定時間毎に繰り返すことを特徴とする。また前記金属廃棄物に対して前記除染液の接触と同時に超音波を照射し、前記除染液を分離した時点で超音波の照射を停止する除染を所定時間毎に繰り返すことを特徴とする。

【0010】前記除染液の接触と分離を繰り返す装置は、金属廃棄物を除染するための除染槽と、除染液を貯留するための貯留槽と、この貯留槽から前記除染槽に除染液を供給するためのポンプおよび除染液供給ラインと、前記除染槽から前記貯留槽に除染液を戻すオーバーフローラインと、前記貯留槽のみで除染液を循環する循環ラインとで構成され、前記ポンプを起動して前記除染液を除染液供給ラインとオーバーフローラインを経由して貯留槽と除染槽とに循環し、次にポンプの起動を停止して除染槽内の除染液を貯留槽に戻す運転を所定時間毎に

繰り返すことを特徴とする。

【0011】また、前記ポンプを起動して前記除染液を除染液供給ラインとオーバーフローラインを経由して貯留槽と除染槽とに循環し、次に循環ラインに切り替えて貯留槽のみで除染液を循環して除染槽内の除染液を貯留槽に戻す運転を所定時間毎に繰り返すことを特徴とする。

【0012】前記除染液の接触と分離を繰り返す装置は、金属廃棄物を除染するための除染槽と、除染液を貯留するための貯留槽と、この貯留槽にガスを供給するためガス供給装置およびガス供給ラインと、前記貯留槽から除染槽に化学液を供給するための除染液供給ラインとで構成され、前記ガス供給装置から前記貯留槽にガスを供給して除染液を除染槽に満たし、次にガスの供給を停止して貯留槽に化学除染液を戻す運転を所定時間毎に繰り返すことを特徴とし、前記ガスは空気または窒素（N<sub>2</sub>）、またはアルゴン（Ar）およびヘリウム（He）等の不活性ガスであることを特徴とする。

【0013】前記除染液の接触と分離を繰り返す装置は、金属廃棄物を除染するための除染槽と、金属廃棄物を収納するための網状に多数の孔を有する収納容器と、駆動機構とで構成され、前記駆動機構に吊り設された前記収納容器を除染液に吊り下げて浸漬し、次に前記収納容器を駆動機構により除染液から吊り上げる運転を所定時間毎に繰り返すことを特徴とする。

【0014】前記除染液の接触と分離を繰り返す装置は、除染液の脱気装置と、ピリニデン前記除染槽内にフルオライド樹脂（PVDF）をライニングした超音波振動子を設置し、前記超音波振動子は前記除染槽内の直角 2 面の壁と底部に設置したことを特徴とする。

【0015】また、前記除染槽を仕切板により振動子収納槽と処理槽に分離して、前記振動子収納槽には超音波振動子を設置し、前記処理槽に金属廃棄物を収納したことを特徴とする。

【0016】

【作用】本発明は、直管、曲管またはバルブ等の金属廃棄物内面の放射能を短時間に除染することが目的である。この手段として除染槽内の金属廃棄物に対して除染液の供給と、除染槽内の除染液を貯留槽へ戻す運転をポンプの起動と停止、または除染液供給ラインと循環ラインへの切り替え、あるいは空気、窒素（N<sub>2</sub>）、不活性ガスの供給と停止を所定時間毎に繰り返し、金属廃棄物内面の除染液濃度の低下を防止するものである。

【0017】これにより金属廃棄物内面の溶解速度は、除染液の常時浸漬した場合と比較して速くなり、短時間に金属廃棄物内面の放射能を除去または放射能レベルを低下することができる。

【0018】また、金属廃棄物を収納容器に収納して駆動機構により除染液に浸漬（吊り下げ）し、次に除染液から分離（吊り上げ）する運転を所定時間毎に繰り返す

場合も、上述の運転方法と同様な効果があり、金属廃棄物内面の除染液濃度の低下を防止することができる。

【0019】さらに上述した運転方法と併用して金属廃棄物に超音波を照射した場合は、超音波は化学反応を促進する作用があるため、金属廃棄物内面の溶解速度は速められ、短時間に金属廃棄物の放射能を除去または放射能レベルを低下させることができる。

【0020】この時、化学除染液中の溶存ガスを脱気装置により脱気すると超音波の効果を最大限に利用することができ金属廃棄物内面の溶解速度はさらに向上する。

【0021】なお、除染槽内に超音波振動子を設置する場合は、除染液が腐食性のため耐薬品性のフッ素樹脂をコーティングする必要がある、コーティング材料としてはフッ素樹脂の中でも耐放射線性に優れているビニルデニフルオライド樹脂(PVDF)が適当である。

【0022】また、除染槽を仕切板により振動子収集槽と金属廃棄物処理槽に分離して仕切板を介して金属廃棄物に超音波を照射する場合は、振動子収納槽内の超音波を伝搬するための液体は水で良く、超音波振動子にはフッ素樹脂をライニングする必要がある。これにより振動子の耐久性が向上し、保守点検が容易となる。

【0023】

【実施例】本発明に係る放射性金属廃棄物の除染方法および装置の第1の実施例を図1を参照しながら説明する。図1は本発明を説明するための放射性金属廃棄物の除染装置の一例を示した系統図である。

【0024】図1中符号1は除染槽、2は貯留槽である。除染槽1は貯留槽2よりも高い位置に設置され、それぞれに化学除染液3が収納されている。除染槽1内には放射性物質で汚染されたバルブ4と配管5の金属廃棄物が収納され、貯留槽2内には除染液3を加熱するためのヒータ14が設置されている。

【0025】貯留槽2と除染槽1はそれぞれ底面がポンプ6と供給バルブ7が付設された供給ライン8で接続し、側面がオーバーフローライン9により接続されている。また、貯留槽2の側面には循環バルブ10が付設された循環ライン11が接続され、さらに、除染槽1の底面と貯留槽2の上面とはドレンバルブ12が付設されたドレンライン13で接続されている。

【0026】図1に示した除染装置を用いて金属廃棄物を除染する方法について説明する。この装置の初期状態は貯留槽2内に除染液3が全量貯留され、供給バルブ7は開、循環バルブ10およびドレンバルブ12は閉の状態、貯留槽2内の除染液3をヒータ14により所定温度に昇温する。

【0027】除染槽1にバルブ4と配管5を収納し、ポンプ6を起動して供給ライン8を通流して除染槽1内に除染液3を供給してバルブ4と配管5を除染液3に接触させる。除染液3は除染槽1に満たされ、オーバーフローライン9を通して貯留槽2に戻され、除染液3は貯留

槽2と除染槽1を循環する。つまり固液接触操作を行う。

【0028】所定時間後にポンプ6の起動を停止し、ドレンバルブ12を開にして除染槽1内の除染液3をドレンライン13を介して貯留槽2に戻す。つまり、固液分離操作を行う。このようにしてポンプ6を起動して除染槽1と貯留槽2への除染液3の供給および循環する固液接触操作と、次にポンプ6の起動を停止して除染槽1内の除染液3を貯留槽2に戻す固液分離操作とを所定時間毎に繰り返す。

【0029】本実施例においてはバルブ4と配管5の金属廃棄物に除染液3が接触した固液接触操作時点で、除染液3の酸化力により金属廃棄物の母材または参加被膜が溶解し、金属廃棄物から放射能が除去される。

【0030】この時、バルブ4と配管5等の様に内面に放射能があり、この内面に除染液3が滞留し易い構造の金属廃棄物は、内面の金属母材が溶解されることにより、除染液濃度が低下し溶解速度は徐々に減少する。金属廃棄物から放射能が除去される時間は溶解速度にほぼ依存するため、板状の金属廃棄物と比較して放射能が除去されるまでに長時間を要する。

【0031】この問題点を解決するために除染槽1への除染液3の供給と、除染槽1内の除染液3を貯留槽2に戻す運転を所定時間毎に繰り返すもので、これによりバルブ4と配管5等の様に内面に滞留する除染液3の濃度は、上述の運転を繰り返す毎に外面(沖合い)の除染液に置換されて除染液濃度は初期濃度に復帰し、常時除染液に浸漬した場合と比較して放射能が除去されまでの除染時間は短くなる。

【0032】次に図1の装置を用いて金属廃棄物を除染する第2の実施例を説明する。本装置の初期状態は貯留槽2に除染液3が全量貯留され、供給バルブ7は開、循環バルブ10およびドレンバルブ12は閉の状態、貯留槽2の除染液3をヒータ14により所定温度に昇温する。

【0033】除染槽1にバルブ4と配管5を収納し、ポンプ6を起動して供給ライン8を介して除染槽1に除染液3を供給する。除染液3は除染槽1に満たされ、オーバーフローライン9を介して貯留槽2に戻され、除染液3は貯留槽2と除染槽1を循環する。

【0034】所定時間後に循環バルブ10およびドレンバルブ12を開、供給バルブ7を閉にし、貯留槽2のみで除染液3を循環して除染槽1への除染液3の供給を停止して除染槽1内の除染液3をドレンライン13を介して貯留槽2に戻す。

【0035】このようにポンプ6を起動して除染槽1と貯留槽2への除染液3の供給および循環の固液接触操作と、次に除染液3の流れを供給ライン8から循環ライン11に切り替えて除染槽1内の除染液3を貯留槽2に戻す固液分離操作とを所定時間毎に繰り返す。

【0036】このように、本第2の実施例はバルブ7、

バルブ10およびバルブ12の開閉操作を所定時間毎に行って、除染槽1への除染液3の供給と除染槽1内の除染液3を貯留槽2に戻す運転を繰り返すものである。

【0037】これにより第1の実施例と同様にバルブ4と配管5等の様に内面に滞留する除染液3の濃度は、上述の運転を繰り返す毎に外面（沖合い）の除染液に置換されて除染液濃度は初期濃度に復帰し、常時除染液に浸漬した場合と比較して放射能が除去されるまでの除染時間は短くなる。

【0038】次に本発明に係る放射性金属廃棄物の除染方法および装置の第3の実施例を図2を参照しながら説明する。図2は本発明の第3の実施例を説明するための除染装置の一例を示した系統図である。

【0039】図2において、除染槽1にはバルブ4と配管5の金属廃棄物が収納され、貯留槽2には除染液加熱用のヒータ14が設置され、また除染槽1は貯留槽2よりも高い位置に設置され、それぞれの槽1、2に除染液3が収納されている。貯留槽2にはガス供給装置15がガス供給ライン16により接続されている。

【0040】貯留槽2と除染槽1の上部には、それぞれガス抜きバルブ17aと17bが接続され、また貯留槽2と除染槽1は除染液供給ライン8により接続されている。さらに除染槽1の下部と貯留槽2の上部は、ドレンバルブ12を介してドレンライン13で接続されている。

【0041】上述の装置を用いて金属廃棄物を除染する方法について説明する。この装置の初期状態は貯留槽2に除染液3が全量貯留され、ドレンバルブ12は閉、貯留槽2のガス抜きバルブ17bと除染槽1のガス抜きバルブ17aは開の状態では貯留槽2の除染液をヒータ14により所定温度に昇温する。

【0042】除染液3が所定時間に昇温されたならば除染槽1に金属廃棄物4と5を収納し、貯留槽2のガス抜きバルブ17bを閉にしてガス供給装置15からガスを供給して貯留槽2内の除染液3を除染槽1に供給する。この時のガス供給圧力は金属廃棄物4と5が除染液3に埋没するまでの水頭圧でよい。

【0043】所定時間後にガス供給装置15からガス供給を停止し、ドレンバルブ12、ガス抜きバルブ17bを開にして除染槽1内の除染液3をドレンライン13を介して貯留槽2に戻す。このようにガス供給槽15から貯留槽2にガスを供給して貯留槽2内の除染液3を除染槽1へ供給し、次にガスの供給を停止して除染槽1内の除染液3を貯留槽2に戻す運転を所定時間毎に繰り返す。

【0044】第3の実施例においては第1および第2の実施例と同様に金属廃棄物4と5に除染液3が接触した時点で、除染液3の酸化力により金属廃棄物の母材または酸化被膜が溶解し、金属廃棄物から放射能が除去される。この時、バルブ4と配管5等の様に内面に放射能がある。

【0045】この内面に除染液3が滞留し易い構造の金

属廃棄物は、内面の金属母材が溶解されることにより、除染液濃度の低下が起こり溶解速度は徐々に減少する。金属廃棄物から放射能が除去される時間は溶解速度に比例するため、板状の金属廃棄物と比較して放射能が除去されるまでに長時間を要する。

【0046】この問題点を解決するために除染槽1への除染液3の供給と、除染槽1内の除染液3を貯留槽2に戻す運転を所定時間毎に繰り返すもので、これによりバルブ4と配管5等の様に内面に滞留する除染液3の濃度は、上述の運転を繰り返す毎に外面（沖合い）の除染液に置換されて除染液濃度は初期濃度に復帰し、常時除染液に浸漬した場合と比較して放射能が除去されるまでの除染時間は短くなる。

【0047】また、第1の実施例の様に比較的除染液が漏洩し易く、機器の保守点検が頻繁に必要なポンプを使用していないため、除染装置の保守点検が容易である。なお、ガス供給装置から供給するガスは空気、窒素（ $N_2$ ）あるいは不活性ガス（ $Ar$ 、 $He$ ）で良い。

【0048】次に本発明に係る放射性金属廃棄物の除染方法および装置の第4の実施例を図3を参照しながら説明する。図3は本発明を説明するための装置の一例を示した系統図である。

【0049】図中符号1は除染槽で、この除染槽1内には、バルブ4と配管5の金属廃棄物を収納した網状に多数の孔を有する収納容器18が収納され、この収納容器18は除染槽1の上部に設置された駆動機構19により吊り下げられている。また、除染槽1内には除染液3を所定温度に加熱するためのヒータ14が設置されている。

【0050】上述の装置を用いて金属廃棄物を除染する方法について説明する。除染槽1内の除染液3を除染液加熱用ヒータ14により所定温度に昇温して、駆動機構19によりバルブ4と配管5の金属廃棄物を収納した収納容器18を吊り下げて除染液3に浸漬する。

【0051】所定時間後に駆動機構19により収納容器18を吊り上げ、除染液3から金属廃棄物4と5を分離する。このようにバルブ4と配管5を収納した収納容器18を駆動機構19により除染液3に浸漬と除染液から吊り上げて分離する運転を所定時間毎に繰り返す。この駆動機構19は収納容器18を上下、左右、回転等の動作を付与する構造になっている。

【0052】本発明の第4の実施例においては、第1～第3の実施例と同様に金属廃棄物のバルブ4と配管5に除染液3が接触した固液接触操作時点で、除染液3の酸化力により金属廃棄物の母材または酸化被膜が溶解し、金属廃棄物から放射能が除去される。

【0053】この時、バルブ4と配管5等の様に内面に放射能があり、この内面に除染液3が滞留し易い構造の金属廃棄物は、内面の金属母材が溶解されることにより、除染液濃度の低下が起こり溶解速度は徐々に減少する。金属廃棄物から放射能が除去される時間は溶解速度

に比例するため、板状の金属廃棄物と比較して放射能が除去されるまでに長時間を要する。

【0054】この問題点を解決するために除染槽1への除染液3の供給と、除染液1内の除染液3を貯留槽2に戻す運転を所定時間毎に繰り返すもので、これによりバルブ4と配管5等の様に内面に滞留する除染液3の濃度は、上述の運転を繰り返す毎に外面（沖合い）の除染液に置換されて除染液濃度は初期濃度に復帰し、常時除染液に浸漬した場合と比較して放射能が除去されるまでの除染時間は短くなる。

【0055】次に前記1から第3の実施例の効果を確認するために実施したステンレス鋼製の配管の溶解試験結果を図4により説明する。除染液は硝酸溶液に硝酸セリウムを溶解し、 $\text{Ce}^{4+}$ 濃度を $0.4\text{mol/l}$ に調整したものである。

【0056】図中の縦軸は配管内面の相対溶解量（実験で得られた溶解量／目標溶解量）を、横軸は試験時間を、実線は本発明の除染方法で得られた配管内面の相対溶解量の経時変化を、破線は従来の実施例である配管を常時除染液に浸漬した場合の配管内面の相対溶解量を、矢印（↓）は本発明における金属廃棄物と除染液を分離し、次に金属廃棄物と除染液を接触（浸漬）した時点の試験時間を示す。

【0057】図からわかるように本発明の除染方法では金属廃棄物と除染液との固液分離操作と接触操作を3回繰り返すことにより1時間の試験時間で目標溶解量に達したが、従来の除染方法である常時除染液に浸漬する場合は、1時間の試験時間では目標溶解量の60%程度しか得られなかった。

【0058】これは、バルブや配管等の様に内部に除染液が滞留し易い構造の金属廃棄物は、外面（沖合い）の除染液と置換され難いため内面の金属母材が溶解されるに伴って除染液濃度が低下し溶解速度が徐々に減少したためである。

【0059】一方、本発明の除染方法では金属廃棄物と除染液の固液接触操作と固液分離操作を繰り返すことにより配管内面の除染液を沖合いの除染液に置換させることができるため、除染液濃度は初期濃度に復帰する。従って常時除染液に浸漬している場合と比較して溶解速度の減少を抑えることができ、短時間に目標溶解量に達することができる。

【0060】次に本発明に係る放射性金属廃棄物の除染方法および装置の第5の実施例を図5から図7を参照しながら説明する。図5は本発明を説明するための装置の一例を示した系統図であり、除染槽1は貯留槽2よりも

高い位置に設置され、それぞれの槽1、2に除染液3が収納されている。

【0061】除染槽1内の壁面と底部にはビニリデンフルオランド（PVDF）樹脂をライニングした超音波振動子20が設置され、また除染槽1内の除染液3中にバル

ブ4と配管5の金属廃棄物が浸漬され、この金属廃棄物は多孔板21により保持されている。

【0062】貯留槽2には除染液加熱用ヒータ14が設置され、この貯留槽2と除染槽1はポンプ6、脱気装置22および供給バルブ7が付設された供給ライン8とオーバーフローライン9により接続されている。貯留槽2の上端には循環バルブ10が付設された循環ライン11が接続され、また除染槽1の下部と貯留槽2の上部はドレンバルブ12が付設されたドレンライン13で接続されている。

【0063】除染槽1内の超音波振動子20の配置状態を図6を用いて説明する。図6は図5における除染槽1の正面図を示しており、超音波振動子20は除染槽1の壁面の直角2面と除染槽1の底部に設置されている。

【0064】図5における脱気装置22の一例を図7に示す。供給ライン8、8間に付設された脱気装置22は脱気モジュール23および真空ポンプ24で構成されている。脱気モジュール23内には気体のみ通過する多数本の中空糸膜25が束ねられている。除染液（原水）は供給ライン8を通して脱気モジュール23に供給され、脱気モジュール内の中空糸膜25を通過する。

【0065】この時、脱気モジュール23内は真空ポンプ24により吸引されているため、除染液中の溶存ガスは中空糸膜25を通過して真空ポンプ24に吸引され、脱気された除染液（脱気水）として除染槽1に供給される。

【0066】上記装置を用いて金属廃棄物を除染する方法について説明する。図5において、本装置の初期状態は貯留槽2に除染液3が全量貯留される。供給バルブ7およびドレンバルブ12を閉とし、循環バルブ10を開の状態ではポンプ6を起動する。除染液3を貯留槽2からポンプ6を通して脱気装置22と循環バルブ10および循環ライン11を循環させ、除染液3の溶存ガスを脱気装置22により脱気する。また、同時に貯留槽2の除染液3をヒータ14により所定温度に昇温する。

【0067】次に除染槽1にバルブ4と配管5を収納し、供給バルブ7を開き、循環バルブ10を閉にしてポンプ6を起動し、供給ライン8を通して除染槽1に除染液3を供給する。除染液3は除染槽1に満たされ、オーバーフローライン9を通して貯留槽2に戻され、除染液3は貯留槽2と除染槽1を循環する。また除染槽1に除染液3が満たされた時点で超音波振動子20から超音波を照射する。

【0068】所定時間後に循環バルブ10およびドレンバルブ12を開、供給バルブ7を閉にして、除染槽1への除染液3の供給を停止して除染槽1内の除染液3をドレンライン13を介して貯留槽2に戻す。この時、超音波振動子20からの超音波の照射も停止する。

【0069】このようにポンプ6を起動して除染槽1と貯留槽2への除染液3の供給および循環と超音波振動子20から超音波を照射し、次に超音波の照射を停止し、同時に除染液の流れを供給ライン8から循環ライン11に切

り替えて除染槽 1 内の除染液 3 を貯留槽 2 に戻す運転を所定時間毎に繰り返す。なお、脱気装置 22 による化学除染液 3 からの溶存ガスの脱気は常時行う。

【0070】本発明の実施例においては実施例 1～4 に記載した発明の一層の高機能・高性能化を図ったもので、化学除染液の酸化力と超音波の衝撃力を併用して金属廃棄物を除染するものである。

【0071】超音波は超音波洗浄技術として各種機器の洗浄に広く利用されているが、超音波はその他に化学反応を促進する効果があるため、除染液による金属母材または酸化被膜の溶解速度を速めることもでき、しかも超音波は金属を透過するためバルブ 4 や配管 5 等の金属廃棄物内面の母材の溶解速度を速めることができる。

【0072】また、超音波は液体中の溶存ガス濃度が高いと溶存ガスに超音波が吸収されて気泡が発生し、超音波による溶解速度の向上効果が減少する。そこで脱気装置 22 により化学除染液 3 中の溶存ガスを予め脱気するので、これにより超音波の効果を最大限に利用できる。

【0073】さらに超音波振動子 20 は、除染槽 1 の内壁の直角 2 面と除染槽 1 の底部に配置した方が金属廃棄物の母材表面の溶解速度を均一に速めることができる。これは 1 面照射では振動子と金属廃棄物との距離が遠くなる面が多くなり、この部分に超音波が到達するまでに減衰して強度が弱められる。

【0074】また、全面照射では対向面の超音波がお互いに干渉しあって超音波の強度が弱くなるためでもある。しかも除染液が腐食性の場合には、振動子の腐食を防止するために、超音波振動子 20 にはフッ素樹脂の様に耐薬品に優れた樹脂をライニングする。特にフッ素樹脂の中でも耐放射性に優れた P V D F はライニング材として適している。

【0075】本発明に係る放射性金属廃棄物の除染方法および装置の第 6 の実施例を図 8 および図 9 を参照しながら説明する。図 8 は本実施例の系統図で、図 9 は図 8 の除染槽 1 の正面図である。

【0076】図 8 において、除染槽 1 は貯留槽 2 よりも高い位置に配置され、除染槽 1 は図 9 に示したように仕切板 26 により超音波振動子 20 を設置した振動子収納槽 27 とバルブ 4 および配管 5 の金属廃棄物の除染処理を行う処理槽 28 に分離され、処理槽 28 には除染液 3 が、振動子収納槽 27 には水 29 が収納され、貯留槽 2 には除染液 3 を加熱するためのヒータ 14 が設置されている。

【0077】この貯留槽 2 と処理槽 25 はポンプ 6、脱気装置 22 および供給バルブ 7 が付設された供給ライン 8 とオーバーフローライン 9 により接続されている。さらに貯留槽 2 には循環バルブ 10 が付設された循環ライン 11 が接続され、また処理槽 28 の下部と貯留槽 2 の上部はドレンバルブ 12 が付設されたドレンライン 13 で接続されている。

【0078】除染槽 1 は仕切板 26 により処理槽 28 の壁面

の直角 2 面に振動子収納槽 27 が設けられる。この振動子収納槽 27 に超音波振動子 20 が設置されている。なお、脱気装置 22 は前記図 7 に示した装置の構成と同様である。

【0079】上記装置を用いて金属廃棄物を除染する方法について説明する。本装置の初期状態は貯留槽 2 に除染液 3 が全量貯留され、供給バルブ 7 およびドレンバルブ 12 は閉、循環バルブ 10 は開の状態ではポンプ 6 を起動して除染液 3 を貯留槽 2 と脱気装置 22 と循環ライン 11 を循環させ、除染液 3 の溶存ガスを脱気装置 22 により脱気する。また、同時に貯留槽 2 の除染液 3 をヒータ 14 により所定温度に昇温する。

【0080】次に処理槽 28 にバルブ 4 と配管 5 を収納し、供給バルブ 7 を開、循環バルブ 10 は閉にしてポンプ 6 を起動して供給ライン 8 を介して処理槽 28 に除染液 3 を供給する。除染液 3 は処理槽 28 に満たされ、オーバーフローライン 9 を介して貯留槽 2 に戻され、除染液 3 は貯留槽 2 と処理槽 28 を循環する。また処理槽 28 に除染液 3 が満たされた時点で超音波振動子 20 から超音波を照射する。

【0081】所定時間後に循環バルブ 10 およびドレンバルブ 12 を開、供給バルブ 7 を閉にして貯留槽 2 のみで除染液 3 を循環し、処理槽 28 への除染液 3 の供給を停止して処理槽 28 内の除染液 3 をドレンライン 13 を介して貯留槽 2 に戻す。この時、超音波振動子 20 からの超音波の照射も停止する。

【0082】このようにポンプ 6 を起動して処理槽 28 と貯留槽 2 への除染液 3 の供給および循環と超音波振動子 20 から超音波を照射し、次に超音波の照射を停止し、同時に除染液の流れを供給ライン 8 から循環ライン 11 に切り替えて処理槽 28 内の除染液 3 を貯留槽 2 に戻す運転を所定時間毎に繰り返す。なお、脱気装置 22 による化学除染液 3 からの溶存ガスの脱気は常時行う。

【0083】本第 6 の実施例においては第 5 の実施例に記載したように、超音波は化学反応を促進する効果があり、しかも超音波は金属を透過するためバルブ 4 や配管 5 等の金属廃棄物内面の母材の溶解速度を速めることができる。

【0084】また、本第 6 の実施例では超音波振動子 20 は水 29 を収納した振動子収納槽 27 内に設置しているため、第 5 の実施例のように超音波振動子 20 に耐薬品性のフッ素樹脂 (P V D F) をコーティングする必要がない。従って、超音波振動子 20 の耐久性が向上し、保守点検が容易である。

【0085】さらに、脱気装置 22 より化学除染液中の溶存ガスを脱気しているため、前記第 6 の実施例に記載したように、超音波の効果を最大限に利用できる。

【0086】第 5 および第 6 の実施例の効果を確認するために実施したステンレス鋼および炭素鋼の溶解試験結果を図 10 により説明する。溶解試験は硝酸溶液に硝酸セリウムを溶解し、Ce<sup>4+</sup>濃度を 0.4mol/l に調整した除染



液に、周波数が47kHz、容量120Wの超音波を照射した。

【0087】図10中の縦軸はステンレス鋼および炭素鋼の相対溶解量（超音波照射有り／超音波照射無し）を示し、ステンレス鋼は除染液温度30℃と80℃の、炭素鋼は30℃と50℃の相対溶解量を示す。

【0088】図からわかるように本発明の除染方法では超音波を照射することにより金属の溶解反応が促進され、単純に除染液に浸漬した場合（超音波照射無し）と比較して2～3倍の溶解速度が得られた。

【0089】従って、常時除染液に金属廃棄物を浸漬した場合、前記第1～第4の実施例に示したように除染液に金属廃棄物を浸漬して、次に除染液から金属廃棄物を分解する運転を繰り返す場合に金属廃棄物に超音波を照射しながら除染を行うと、金属廃棄物の放射能を短時間に除去または放射能レベルを低減することができる。

【0090】なお、本発明の除染方法および装置の実施例において、硝酸溶液に硝酸セリウムを溶解した強力な化学除染液を用いたが、硝酸および硫酸等の単純な無機酸を用いた化学除染液でも同様な効果がある。

【0091】上述の母材を溶解する化学除染液の他に、金属廃棄物表面の酸化被膜を選択的に溶解する有機酸、過マンガン酸、クロム酸等を除染剤とした化学除染液でも同様な効果がある。

【0092】超音波振動子にライニングしフッ素樹脂（PVDF）は、除染装置の接液部にもPVDF単体または金属にランニングした材料が当然のことながら使用される。また、放射能レベルが低い金属廃棄物を除染する場合は、ライニング材としてPVDFに限らずパーフルオロエチレンプロピレン（FEP）、パーフルオロアルコキシ（PFA）および4フッ化エチレン（PTFE）等のフッ素樹脂が適用可能である。

【0093】前記図3の装置に適用した駆動機構および金属廃棄物収納容器からなるハンドリング機構は図1、図2、図5および図8に示した装置に適用可能である。

【0094】

【発明の効果】本発明によれば、除染槽内の金属廃棄物に対して除染液の接触（浸漬）と分離を所定時間毎に繰り返すことにより金属廃棄物内面の除染液は、沖合いの除染液と置換されて初期の除染液濃度に復帰する。

【0095】従って、常時除染液に浸漬している場合と

比較して母材溶解速度は向上し、短時間に放射能の除去または放射能レベルを低下させることができる。また、本発明の除染方法に超音波の照射を併用することにより金属母材の溶解速度はさらに向上し、除染時間の短縮効果は一層向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る第1および第2の実施例において、除染液循環系にポンプを付設した除染装置を示す系統図。

10 【図2】本発明に係る第3の実施例において、ガス供給装置により除染液を供給する除染装置の系統図。

【図3】本発明に係る第4の実施例において、金属廃棄物収納容器を駆動装置により上下駆動する除染装置の系統図。

15 【図4】本発明の第1から第3の実施例の効果を確認するための従来例と比較して示す特性図。

【図5】本発明の第5の実施例における除染槽内に超音波振動子を設置した除染装置を示す系統図。

20 【図6】図5において超音波振動子を設置した除染槽を示す正面図。

【図7】図5において脱気装置を概略的に示す縦断面図。

【図8】本発明の第6の実施例において、振動子収納槽に超音波振動子を設置した除染装置を示す系統図。

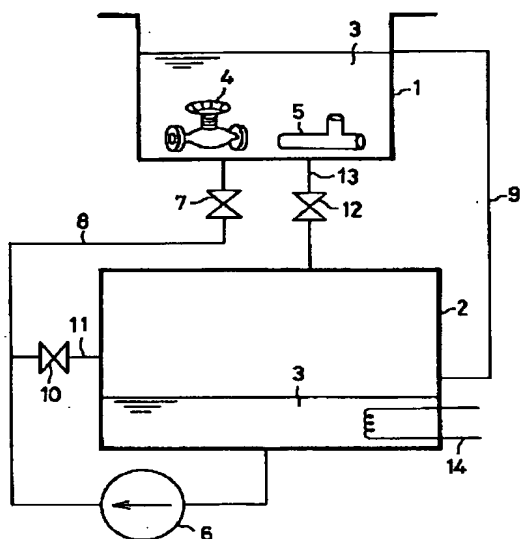
25 【図9】図8において、除染槽を示す正面図。

【図10】本発明の第5および第6の実施例の効果を確認するためのステンレス鋼と炭素鋼に超音波を照射して溶解量を測定した棒線図。

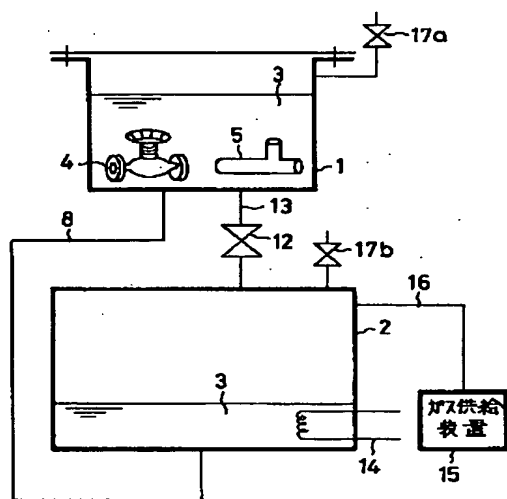
【符号の説明】

30 1…除染槽、2…貯留槽、3…除染液、4…バルブ、5…配管、6…ポンプ、7…供給バルブ、8…供給ライン、9…オーバーフローライン、10…循環バルブ、11…循環ライン、12…ドレンバルブ、13…ドレンライン、14…ヒータ、15…ガス供給装置、16…ガス供給ライン、17a…ガス抜きバルブ、17b…ガス抜きバルブ、18…収納容器、19…駆動機構、20…超音波振動子、21…多孔板、22…脱気装置、23…脱気モジュール、24…真空ポンプ、25…中空糸膜、26…仕切板、27…振動子収納槽、28…処理槽、29…水。

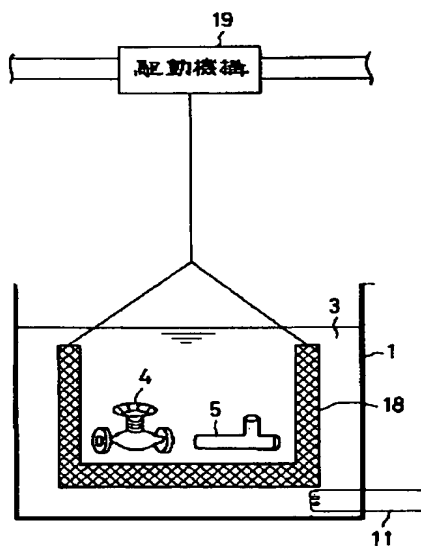
【図 1】



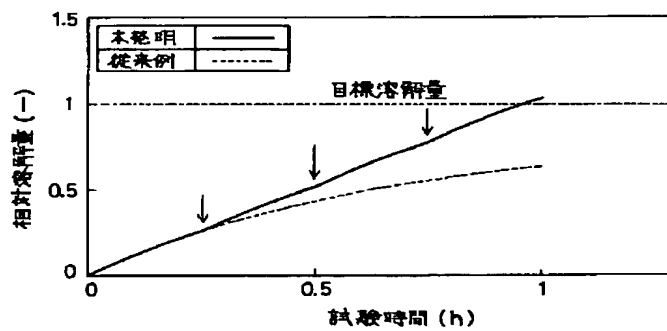
【図 2】



【図 3】

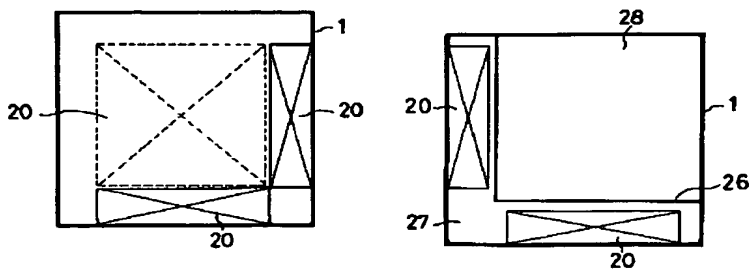


【図 4】

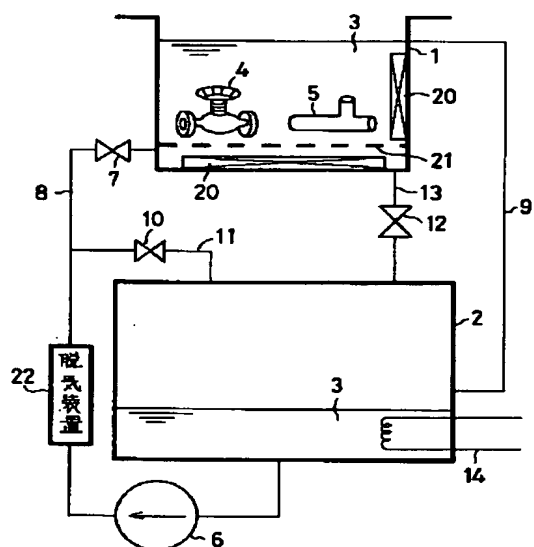


【図 6】

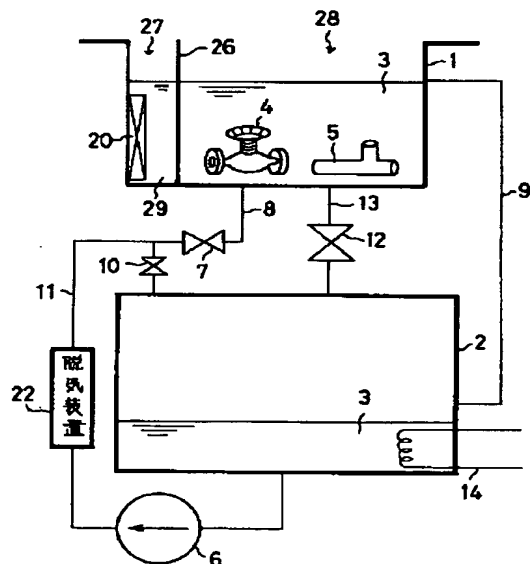
【図 9】



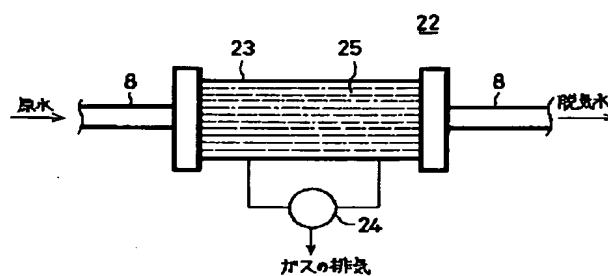
【図5】



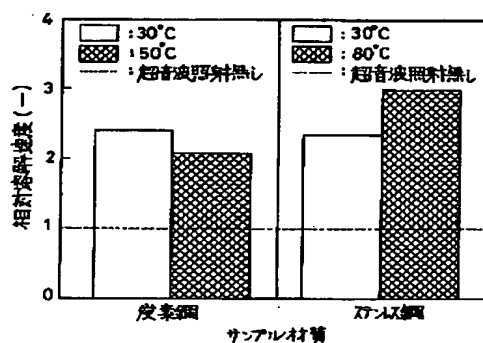
【図8】



【図7】



【図10】



フロントページの続き

(72)発明者 栗林 伸英  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株  
式会社東芝横浜事業所内